

BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(11) **DE 3345542 A1**

(51) Int. Cl. 3:  
**B22 D 27/00**  
B 22 D 37/00

(21) Aktenzeichen: P 33 45 542.2  
(22) Anmeldetag: 16. 12. 83  
(43) Offenlegungstag: 27. 6. 85

DE 3345542 A1

1) Anmelder:

BEGO Bremer Goldschlägerei Wilh. Herbst GmbH &  
Co, 2800 Bremen, DE

(72) Erfinder:

Gundlach, H.-W., Dr., 2800 Bremen, DE; Jacob,  
Friedrich, 2804 Lilienthal, DE

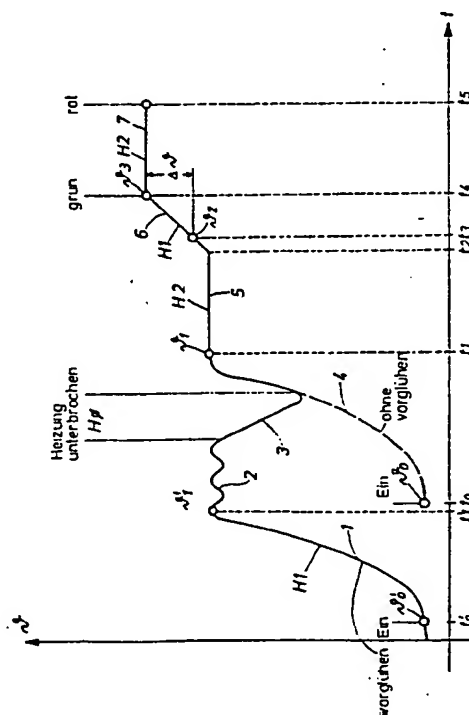
(56) Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-AS	26 38 595
DE-OS	31 46 391
DE-OS	28 56 304
US	36 20 294

üfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

2) Verfahren zur Steuerung des Schmelz- und Gießvorganges der Feingießtechnik, insbesondere der  
Dentaltechnik und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Bei dem Schmelz- und Gießverfahren wird der zeitliche Temperaturverlauf und insbesondere die Steigung der Temperaturkurve ausgewertet, um automatisch die optimale Gießtemperatur zu ermitteln bzw. zwischen alten und neuen Tiegeln selektieren zu können. Durch geringere Heizleistung während des Schmelzintervalles wird dieses gestreckt, was eine gleichmäßigere Erwärmung des Schmelzgutes mit sich bringt und eine klarere Identifizierung des Schmelzintervalles ermöglicht.



# MEISSNER & BOLTE

Patentanwälte · European Patent Attorneys  
Bremen\* · München\*\*

3345542

Meissner & Bolte, Hollerallee 73, D-2800 Bremen 1

## Anmelder:

BEGO Bremer Goldschlägerei  
Wilh. Herbst GmbH & Co.  
Emil-Sommer-Straße 7

2800 Bremen 41

Hans Meissner · Dipl.-Ing. (bis 1980)\*  
Erich Bolte · Dipl.-Ing.\*  
Dr. Eugen Popp · Dipl.-Ing.; Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Wolf E. Sajda · Dipl.-Phys.\*\*  
Dr. Tam v. Bülow · Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-I

BÜRO/OFFICE BREMEN  
Hollerallee 73  
D-2800 Bremen 1

Telefon: (04 21) 34 20 19  
Telegramme: PATMEIS BREMEN  
Telex: 246157 meibo d

Ihr Zeichen  
Your ref.

Ihr Schreiben vom  
Your letter of

Unser Zeichen  
Our ref.

Datum  
Date

(VNR): 100943

BEG-101-DE

12. Dezember 1983/931

Verfahren zur Steuerung des Schmelz- und Gießvorganges  
der Feingießtechnik, insbesondere der Dentaltechnik  
und Vorrichtung zur Durchführung des Verrahrens

## P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur Steuerung des Schmelz- und Gießvorganges der Feingießtechnik, insbesondere der Dentaltechnik, bei dem das Schmelzgut erwärmt und die Temperatur des Schmelzgutes gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der zeitliche Verlauf der Temperatur gemessen und zeitliche Änderungen der Temperatur ermittelt werden und der Gießzeitpunkt und/oder die Gießtemperatur in Abhängigkeit der ermittelten Größen festgelegt werden.

1           2.           Verfahren nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der zeitliche Verlauf der Tempera-  
tur derart gemessen wird, daß ein erster Temperatur-  
wert ( $\vartheta_1$ ) ermittelt wird, bei dem eine vorgegebene  
5       Verringerung des zeitlichen Anstieges der Temperatur  
des Schmelzgutes bei wirksamer Heizung auftritt, daß  
ein weiterer Temperaturanstieg nach Erreichen des  
ersten Temperaturwertes ermittelt wird, daß ab dem  
Feststellen des weiteren Temperaturanstieges weiter  
10       geheizt wird, bis eine vorgegebene Temperaturdifferenz  
erreicht und ein dritter Temperaturwert ( $\vartheta_3$ ) auftritt  
und daß dann ein Gießbereitschaftssignal erzeugt wird  
oder der Gießvorgang automatisch eingeleitet wird.

15           3.           Verfahren nach Anspruch 2, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß das Aufheizen des Schmelzgutes ab  
Erreichen des ersten Temperaturwertes ( $\vartheta_1$ ) mit ver-  
ringelter Heizleistung (H2) erfolgt, bis der zweite  
20       Temperaturwert ( $\vartheta_2$ ) gemessen wird und daß ab dem zwei-  
ten Temperaturwert ( $\vartheta_2$ ) mit größerer Heizleistung  
(H1) geheizt wird.

25           4.           Verfahren nach Anspruch 3, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß das Aufheizen des Schmelzgutes bei  
Erreichen des dritten Temperaturwertes ( $\vartheta_3$ ) mit ver-  
ringelter Heizleistung (H2) erfolgt, wobei die ver-  
ringelte Heizleistung so eingestellt ist, daß kein  
30       weiterer Temperaturanstieg auftritt.

35           5.           Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Gießvorgang bei Er-  
reichen des dritten Temperaturwertes ( $\vartheta_3$ ) eingeleitet  
und nach vorgegebener Zeit ( $t_4 - t_5$ ) abgebrochen wird.

- 1            6.            Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß ein die Gießbereitschaft  
anzeigendes Signal bei Erreichen des dritten Tempera-  
5            turwertes ( $\vartheta_3$ ) erzeugt wird und daß ein Signal für  
das Ende der Gießbereitschaft nach einer vorgegebenen  
Zeitdauer seit dem Beginn der Gießbereitschaft erzeugt  
wird.
- 10           7.            Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Steigung des Temperaturverlaufes  
ermittelt und mit einem Schwellwert verglichen wird  
und daß in Abhängigkeit von dem Über- oder Unterschrei-  
15           ten dieses Schwellwertes ein Temperaturwert festgelegt  
wird, der die Gießbereitschaft anzeigt.
- 20           8.            Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß bei Unterschreiten des Schwellwertes  
den aktuell gemessenen Temperaturwerten ein konstanter  
Korrekturwert hinzuaddiert wird und daß die Summe  
dieser Werte mit einem vorgegebenen Temperaturwert,  
der die Gießtemperatur darstellt, verglichen wird.
- 25           9.            Verfahren nach einem oder mehreren der  
Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine  
vorgegebene Zeitdauer ( $t_3 - t'_3$ ) nach dem Erreichen  
des zweiten Temperaturwertes ein vierter Temperaturwert  
30           ( $\vartheta_4$ ) ermittelt und gespeichert wird, daß ermittelt  
wird, ob trotz weiter eingeschalteter Heizung dieser  
vierte Temperaturwert wieder unterschritten wird und  
daß dann die Gießbereitschaft angezeigt wird, wenn  
die Temperatur um einen vorgegebenen Wert ( $\Delta\vartheta_{2/2}$ )  
35           von dem vierten Temperaturwert ( $\vartheta_4$ ) auf einen fünften  
Temperaturwert ( $\vartheta_5$ ) gefallen ist.

1 10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens  
nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, mit  
einem Schmelztiegel, einer einstellbaren Heizeinrich-  
5 tung, einem Temperaturfühler zur Messung der Tempe-  
ratur des Schmelzgutes und mit einer Steuereinrichtung  
zur Auslösung des Gießvorganges in Abhängigkeit von  
der Temperatur des Schmelzgutes, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Steuereinrichtung (63) fortlaufend das  
10 Ausgangssignal des Temperaturfühlers (60) hinsichtlich  
zeitlicher Änderung ( $d\vartheta/dt$ ) überwacht und in Abhängig-  
keit von vorgegebenen Schwellwerten der zeitlichen  
Temperaturänderung die Heizeinrichtung (31) umsteuert  
und/oder einen Gießvorgang einleitet.

15 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung bei Erreichen  
eines ersten Schwellwertes der zeitlichen Temperatur-  
änderung die Heizeinrichtung (31) auf geringere Heiz-  
20 leistung umsteuert, daß die Steuereinrichtung (63)  
nach Überschreiten eines zweiten Schwellwertes der  
zeitlichen Temperaturänderung die Heizeinrichtung  
(31) auf höhere Heizleistung umsteuert, daß die Steuer-  
einrichtung (63) den Temperaturwert ( $\vartheta_2$ ) bei dem zwei-  
25 ten Stellwert speichert und eine vorgegebene Tempera-  
turdifferenz ( $\Delta\vartheta$ ) hinzuaddiert, daß die Steuereinrich-  
tung (63) das Ausgangssignal des Temperaturfühlers  
(60) mit diesem Summenwert vergleicht und bei Gleich-  
30 heit beider Signale die Heizeinrichtung (31) auf ge-  
ringere Heizleistung umsteuert und gleichzeitig ein  
die Gießbereitschaft anzeigendes Signal erzeugt.

35 12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung  
(63) ein Zeitglied enthält, daß durch das Gießbereit-

1 schaftssignal angesteuert wird und das nach vorgegebener Zeitdauer ein Signal für die Beendigung der Gießbereitschaft erzeugt.

5

10 13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung in Abhängigkeit von einem vorgegebenen dritten Schwellwert der zeitlichen Temperaturänderung einen Korrekturwert ( $\Delta T$ ) zu dem Ausgangssignal des Temperaturfühlers (60) hinzuaddiert und diesen Summenwert mit einem vorgegebenen Wert erreicht, wobei bei Gleichheit dieser Werte das die Gießbereitschaft anzeigende Signal erzeugt wird.

15

20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (63) ein zweites Zeitglied mit einstellbarer Zeitdauer aufweist, welches durch Überschreiten des zweiten Schwellwertes der zeitlichen Temperaturänderung (Temperatur  $\vartheta_2$ ) gestartet wird, daß die Steuereinrichtung den nach Ablauf der durch das zweite Zeitglied vorgegebenen Zeit vorhandenen Temperatur-Istwert ( $\vartheta_4$ ) speichert, daß die Steuereinrichtung (63) überwacht, ob bei eingeschalteter Heizleistung dieser Temperaturwert ( $\vartheta_4$ ) unterschritten wird und daß die Steuereinrichtung bei Rückunterschreiten dieses Temperaturwertes ( $\vartheta_4$ ) vergleicht, ob die von dem Temperaturfühler gemessene Temperatur kleiner ist als der gespeicherte Temperaturwert ( $\vartheta_4$ ) abzüglich eines konstanten Temperaturwertes ( $\Delta \vartheta_{2/2}$ ).

25

30

35

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperaturfühler ein Infrarot-Strahlungsfühler ist.

# MEISSNER & BOLTE

Patentanwälte · European Patent Attorneys  
Bremen\* · München\*\*

3345542

- 6 -

Meissner & Bolte, Hollerallee 73, D-2800 Bremen 1

## Anmelder:

BEGO Bremer Goldschlägerei  
Wilh. Herbst GmbH & Co.  
Emil-Sommer-Straße 7

2800 Bremen 41

Hans Meissner · Dipl.-Ing. (bis 1980)\*

Erich Bolte · Dipl.-Ing.\*

Dr. Eugen Popp · Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.\*\*

Wolf E. Sajda · Dipl.-Phys.\*\*

Dr. Tam v. Bülow · Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.\*\*

BÜRO/OFFICE BREMEN

Hollerallee 73

D-2800 Bremen 1

Telefon: (04 21) 34 20 19

Telegramme: PATMEIS BREMEN

Telex: 246 157 mcibo d

Unser Zeichen  
Our ref.

Ihr Schreiben vom  
Your letter of

Unser Zeichen  
Our ref.

Datum  
Date

VNR): 100943

BEG-101-DE

12. Dezember 1983/9318

---

Verfahren zur Steuerung des Schmelz- und Gießvorgangs  
der Feingießtechnik, insbesondere der Dentaltechnik  
und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

---

## B e s c h r e i b u n g :

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 10.

5

Verfahren und Vorrichtung der gattungsbildenden Art sind aus der DE-OS 21 58 115 bekannt. Dort wird die Temperatur der Schmelze mittels eines Thermoelementes oder eines IR-Strahlungsdetektors gemessen. Sobald die gemessene Temperatur einen voreingestellten Wert erreicht hat, wird nach Ablauf einer durch ein Verzögerungsrelais festgelegten Zeit der Gießvorgang eingeleitet.

10

1 Aus dem Firmenprospekt "Preßtomat B1" der Firma DEGUSSA  
ist eine ähnliche Vorrichtung mit einer Widerstands-  
heizung und einem Heizstromregler bekannt, bei der  
ein Thermoelement laufend einem Soll-Ist-Vergleich  
5 zwischen der gemessenen Temperatur einem voreinstell-  
baren Wert durchführt.

Nachteilig an diesen bekannten Verfahren bzw. Vor-  
richtungen ist es, daß die Gießtemperatur des Schmelz-  
gutes exakt bekannt sein muß und daß Meßfehler durch  
gealterte Meßfühler, unterschiedliche Strahlungseigen-  
schaften der Tiegel etc. das gesamte Gießergebnis  
soweit verfälschen können, daß die Schmelze bzw. das  
Gußteil unbrauchbar ist. Wird nämlich die "Gießtempe-  
ratur" zu niedrig gewählt, so ist das Schmelzgut noch  
15 nicht vollständig geschmolzen, d.h. es sind noch Pri-  
märkristalle vorhanden, was zu unbefriedigenden Gieß-  
ergebnissen führt. Wird umgekehrt die Gießtemperatur  
zu hoch eingestellt, so treten beim Gießen im Formling  
Lunkerstellen auf.  
20

Ein weiteres Problem liegt darin, daß die optimale  
Gießtemperatur bei verschiedenen Legierungen unter-  
schiedliche Werte annimmt, die bisher empirisch er-  
mittelt werden mußten. Hierzu war es erforderlich,  
25 die genaue Zusammensetzung der Legierung zu kennen  
oder vor dem eigentlichen Gießen mühsame Versuche  
zur Ermittlung der optimalen Gießtemperatur durchzu-  
führen.

30 Aufgabe der Erfindung ist es daher, Verfahren und  
Vorrichtung der gattungsbildenden Art dahingehend  
zu verbessern, daß die optimale Gießtemperatur bzw.  
der optimale Gießzeitpunkt auf einfache Weise er-  
mittelbar ist.  
35



1 Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil  
der Patentansprüche 1 bzw. 10 angegebenen Merkmale  
gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbil-  
dungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu ent-  
nehmen.  
5

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der  
zeitliche Verlauf der Temperatur bzw. der Strahlungs-  
intensität des Schmelzgutes und insbesondere die zeit-  
liche Änderung der Temperatur (Differentialquotient  
bzw. Differenzenquotient) hervorragende Aussagen über  
den Zustand des Schmelzgutes liefern.  
10

Besondere Aufmerksamkeit ist hierbei dem Schmelzinter-  
vall zu widmen. Bei Legierungen unterscheidet man  
Solidustemperatur und Liquidustemperatur. Beim Auf-  
heizen erfolgt das erste Aufschmelzen bei der Solidus-  
temperatur. In der Schmelze befinden sich dann noch  
Primärkristalle, welche erst beim Erreichen der Liqui-  
dustemperatur vollständig aufgeschmolzen sind. Die  
Schmelze ist dann flüssig. Beim Aufheizen steigt die  
Temperatur der Schmelze kontinuierlich bis zur Soli-  
dustemperatur. Dann wird die zugeführte Wärme für die  
Phasenumwandlung benötigt. Die Temperatur der Schmelze  
steigt solange nicht (bzw. nur sehr geringfügig),  
bis die Phasenumwandlung vollständig ist. Erst nach  
vollständigem Aufschmelzen steigt die Temperatur dann  
wieder.  
15  
20  
25

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist es, den  
Schmelzintervall automatisch durch Auswerten des zeit-  
lichen Verlaufes der Temperatur zu identifizieren.  
30

Ein weiterer Aspekt der Erfindung liegt darin, durch  
Steuerung der Heizleistung das Schmelzintervall zu  
dehnen. Üblicherweise beheizt nämlich eine hohe Heiz-  
35

- 1 leistung einer Induktionsspule die Schmelze inhomogen.  
Durch das Magnetfeld entstehen in der beheizten  
Schmelze Induktionsströme, die die Temperatur steigern.  
Bei zu hoher Energie oder bei hohen Frequenzen werden  
5 wegen des Skin-Effektes die äußeren Schichten des  
Schmelzgutes stärker aufgeheizt als das Innere der  
Schmelze. Das Schmelzintervall ist in solchen Fällen  
dann nicht ausgeprägt, insbesondere fehlt ein eindeu-  
tig erkennbarer horizontaler Abschnitt der Temperatur-  
10 kurve. Aus diesem Grunde und um eine homogene Temper-  
tur in der Schmelze zu erzielen, wird bei Annäherung  
an die Solidustemperatur oder zumindest bei Erreichen  
derselben die Heizleistung reduziert, während sie  
beim Aufheizen bis zur Solidustemperatur und nach  
15 Durchlaufen des Schmelzintervalles höher liegt. Nach  
Verlassen des Schmelzintervalles wird das Schmelzgut  
um einen vorgegebenen Temperaturwert (Temperaturinter-  
vall) weiter erwärmt, bis dann die Gießtemperatur  
erreicht ist. Bei Erreichen der Gießtemperatur wird  
20 die Heizleistung wiederum auf einen geringeren Wert  
umgeschaltet, so daß die Temperatur dann nicht mehr  
weiter ansteigt. Zusätzlich wird ein Zeitglied ge-  
startet, das die Gießzeit begrenzt.
- 25 Verwendet man insbesondere beim Schmelzen von Zahn-  
gold Kohletiegel und mißt man die Temperatur mittels  
Infrarot-Strahlungssensoren, so tritt folgendes Pro-  
blem auf: Zum einen wird im Gegensatz zu Keramiktiegeln  
der Kohletiegel selbst durch die Induktionsspule er-  
wärmt. Zum anderen weisen ältere, d.h. bereits mehr-  
30 fach gebrauchte Kohletiegel gegenüber neuen Kohle-  
tiegeln eine andere Temperatur/Strahlungs-Charakte-  
ristik auf. Mit der Erfindung ist es möglich aus der  
Steilheit des Temperaturanstieges automatisch zu er-  
kennen, ob ein alter oder ein neuer Tiegel vorliegt.  
35 In Abhängigkeit von diesem Unterscheidungskriterium

- 1 wird lediglich ein additiver Korrekturwert benötigt,  
um die Temperaturkurven von alten und neuen Tiegeln  
übereinstimmend zu machen, worauf dann die Auswertung  
des Temperaturverlaufes identisch verlaufen kann.  
5 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungs-  
beispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung ausführ-  
licher erläutert. Es zeigt:

10 Fig. 1 den Temperaturverlauf des Schmelzgutes bei  
dem Verfahren nach der Erfindung beim Gießen  
an der Atmosphäre;

Fig. 2 einen ähnlichen Temperaturverlauf beim Gießen  
im Vakuum;

15 Fig. 3 zwei Vergleichskurven des Temperaturverlaufes  
mit normalem und gestrecktem Schmelzinter-  
vall;

20 Fig. 4 zwei Ausführungsbeispiele von Gießgeräten,  
und 5 bei denen die Erfindung zur Anwendung kommt;

Fig. 6 eine schematische Ansicht eines Bedientableaus  
für die Vorrichtung nach der Erfindung;

25 Fig. 7 ein Blockschaltbild der Steuereinheit der  
Vorrichtung nach der Erfindung; und

30 Fig. 8 den Temperaturverlauf bei alten und neuen  
Kohletiegeln.

35 Zunächst sei das Verfahren nach der Erfindung unter  
Bezugnahme auf Fig. 1 erläutert. Hier ist die Temper-  
atur  $\vartheta$  über der Zeit  $t$  dargestellt. Das Schmelzgut  
befindet sich vor Einschalten der Heizung auf der  
Temperatur  $t_0$  (Zeitpunkt  $t_0, t'_0$ ). Zum an sich bekannten

1 Vorglühen wird die Induktionsspule mit voller Heiz-  
leistung  $H_1$  betrieben. Die Temperatur der Schmelze  
steigt relativ schnell, d.h. steil an, was der Kurven-  
abschnitt 1 zum Ausdruck bringt. Zum Zeitpunkt  $t_1$   
5 wird die Solidustemperatur  $\vartheta'_1$  erreicht, d.h. erste  
Legierungsbestandteile gehen von der festen Phase  
in die flüssige Phase über. Trotz voller Heizleistung  
 $H_1$  steigt die Temperatur zu diesem Zeitpunkt nicht  
mehr deutlich an, vielmehr verläuft die Temperatur-  
10 kurve in einem flachen Abschnitt über, der sogar  
oszillierende Temperaturverläufe mit geringfügigem  
Absinken der Temperatur trotz eingeschalteter Heiz-  
leistung  $H_1$  aufweist. Dies wird durch den Energiever-  
brauch beim Phasenübergang erläutert. Dies ist durch  
15 den Kurvenabschnitt 2 dargestellt.

Durch eine vorgegebene Zeitdauer nach Erreichen der Soli-  
dustemperatur  $\vartheta'_1$  wird das Vorglühen beendet, d.h.  
die Heizung wird abgeschaltet (Heizleistung  $H_0$ ). Es  
20 ist dann auch möglich, eine Gußmuffel in das Gießge-  
rät einzulegen. Wegen der abgeschalteten Heizleistung  
fällt die Temperatur wieder ab, was also aus dem  
Kurvenabschnitt 3 erkennbar ist. Sodann wird die Hei-  
zung wieder voll eingeschaltet, d.h. auf die Heiz-  
leistung  $H_1$ . Es folgt wiederum ein verhältnismäßig  
25 steiler Temperaturanstieg, bis zum Zeitpunkt  $t_1$  die  
Temperaturkurve abflacht und die Solidustemperatur  
 $\vartheta'_1$  wiederum erreicht ist. Dies wird dadurch erkannt,  
daß der zeitliche Anstieg oder genauer gesagt der  
30 Differentialquotient  $d\vartheta/dt$  unter einen vorgegebenen  
Wert fällt. Der Beginn des Schmelzintervalles ist  
nun erreicht.

35 Wird ohne Vorglühen geheizt, so wird vom Zeitpunkt  
 $t_0$  und der Temperatur  $\vartheta_0$  längs der gestrichelten Linie

- 1 4 hochgefahren, bis die Solidustemperatur  $\vartheta_1$  erreicht ist.

Zum Strecken des Schmelzintervalles wird nun zum Zeitpunkt  $t_1$  die Heizleistung auf einen geringeren Wert  $H_2$  umgeschaltet, so daß sich die Temperatur praktisch nicht ändert oder genauer gesagt nur sehr geringfügig ändert. Dies ist durch den Kurvenabschnitt 5 dargestellt. Durch die Streckung des Schmelzintervalles ist nun eine homogene Temperaturverteilung möglich und alle Legierungsbestandteile können von der festen in die flüssige Phase übergehen. Diese ist zum Zeitpunkt  $t_2$  erreicht, worauf die Temperatur trotz der noch verringerten Heizleistung  $H_2$  wieder ansteigt. Dieses Ansteigen wird zum Zeitpunkt  $t_3$  eindeutig identifiziert, da der Differentialquotient des Temperaturverlaufes wiederum einen bestimmten Schwellwert überschritten hat. Die zu diesem Zeitpunkt  $t_3$  vorhandene Temperatur  $\vartheta_2$  stellt in erster Näherung die Liquidustemperatur dar, die das Ende des Schmelzintervalles anzeigt. Diese Temperatur  $\vartheta_2$  wird gespeichert, worauf die Heizung wieder auf vollen Heizleistung  $H_1$  umgeschaltet wird. Die Temperatur steigt gemäß dem Kurvenabschnitt 6 weiter an. Ist die Temperatur von der Liquidustemperatur  $\vartheta_2$  um einen vorgegebenen festen Betrag  $\Delta\vartheta$  angestiegen und hat zum Zeitpunkt  $t_4$  die Temperatur  $\vartheta_3 = \vartheta_2 + \Delta\vartheta$  erreicht, so ist die gewünschte Gießtemperatur  $\vartheta_3$  erreicht. Es wird nun ein die Gießbereitschaft anzeigendes Signal (in Fig. 1 Bezeichnung "grün") erzeugt und gleichzeitig wird die Heizleistung wiederum auf einen geringeren Wert  $H_2$  umgeschaltet, der so gewählt ist, daß die Temperatur nicht weiter ansteigt. (Kurvenabschnitt 7).

- 35 Es wird nun ein "Gießintervall" festgelegt, d.h. innerhalb einer festgelegten Zeitdauer ( $t_4 - t_5$ ) ab dem Er-

1 reichen der Gießtemperatur  $\vartheta_3$  muß der Gießvorgang  
abgeschlossen sein. In der konkreten Schaltung wird  
hierfür ein Zeitgeber gestartet, der nach Ablauf einer  
fest vorgegebenen Zeitdauer ein Warnsignal (in der  
5 Zeichnung mit "rot" bezeichnet) erzeugt, das anzeigt,  
daß die Gießzeit abgelaufen ist.

Aus Fig. 1 ist zu erkennen, daß bei der Erfindung  
- im Gegensatz zum Stand der Technik - nicht mehr  
mit einer fest voreingestellten Gießtemperatur gear-  
10 beitet wird; vielmehr wird diese Gießtemperatur als  
relativer Wert aus dem Temperaturverlauf des Schmelz-  
gutes ermittelt. Unabhängig von der jeweils zu schmel-  
zenden Legierung wird somit selbsttätig die optimale  
15 Gießtemperatur ermittelt.

Fig. 2 zeigt eine ähnliche Temperaturkurve für das  
Gießen im Vakuum. Hier kann jedoch der Effekt auf-  
treten, daß nach weiterem Aufheizen über die Liquidus-  
temperatur  $\vartheta_2$  eine Oxydschicht aufreißt. Werden Infra-  
20 rot-Strahlungssensoren zur Temperaturmessung ver-  
wendet, so ändert sich durch das Aufreißen der Oxyd-  
schicht die Strahlungsintensität trotz weiter anstei-  
gender Temperatur. Die von dem Infrarot-Strahlungs-  
sensor gemessene Strahlungsintensität folgt dem ge-  
25 strichelten Kurvenabschnitt 8. Es könnte somit auf-  
treten, daß meßtechnisch das Temperaturintervall  $\Delta \vartheta$   
der Fig. 1 nicht erfaßt wird.

Hierfür ist vorgesehen, daß eine vorbestimmte Zeit-  
30 dauer ( $t_3 - t_3'$ ) nach Erreichen der Liquidustemperatur  
 $\vartheta_2$ , nachdem also die Temperatur sich um einen Wert  
 $\Delta \vartheta_1$  erhöht hat, die zu diesem Zeitpunkt  $t_3'$  vor-  
handene aktuelle Temperatur  $\vartheta_4$  gespeichert wird.  
Reißt die Oxydschicht nicht auf, so läuft der Vorgang  
35 wie im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben ab, d.h.

es tritt eine weitere Temperaturerhöhung  $\Delta \vartheta_2$  auf, bis bei der Temperatur  $\vartheta_3$  die Gießtemperatur erreicht ist. Reißt dagegen die Oxydschicht auf, verläuft die Temperatur längs der gestrichelten Linie 8. Um diese beiden Verläufe unterscheiden zu können, wird nun laufend überwacht, ob nach dem ersten Erreichen der gespeicherten Temperatur  $\vartheta_4$  zum Zeitpunkt  $t'_3$  diese Temperatur (scheinbar) wieder unterschritten wird. Ist dies der Fall, wird abgewartet, bis die scheinbare Temperatur von dem Wert  $\vartheta_4$  ausgehend um einen fest vorgegebenen Betrag  $\Delta \vartheta_{2/2}$  weiter abgesunken ist und zum Zeitpunkt  $t'_4$  der Temperaturwert  $\vartheta_5$  erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt wird dann die scheinbare Gießtemperatur  $\vartheta_5$  erkannt, die Heizleistung auf den verringerten Wert  $H_2$  umgeschaltet und das Gießsignal erzeugt, worauf ein im Vergleich mit Fig. 1 kürzeres Gießintervall vorgegeben wird.

Der Wert  $\Delta \vartheta_{2/2}$ , um den die Temperatur von dem Wert  $\vartheta_4$  bis zur scheinbaren Gießtemperatur  $\vartheta_5$  abfallen darf, entspricht gerade der Hälfte der Temperaturdifferenz  $\vartheta_2$ , um welchen sich bei vorhandener Oxydschicht die Temperatur ausgehend von  $\vartheta_4$  erhöht, bis die Gießtemperatur  $\vartheta_3$  erreicht ist. Weiterhin entspricht die Temperaturdifferenz  $\Delta \vartheta$  der Fig. 1 gerade der Summe aus  $\Delta \vartheta_1 + \Delta \vartheta_2$ .

Die übrigen Kurvenabschnitte der Fig. 2 entsprechen denen der Fig. 1, so daß eine weitere Erläuterung nicht erforderlich ist.

Fig. 3 zeigt deutlicher das Strecken des Schmelzintervalles. Wird nämlich die Temperatur mit voller Heizleistung  $H_1$  gemäß der Kurve 9 hochgefahren, so ist bei manchen Stoffen oder Legierungen kein ausgeprägter horizontaler Abschnitt der Temperaturkurve erkennbar.

1 Wie Kurve 9 zeigt, verläuft die Temperatur zwischen  
Solidustemperatur  $\vartheta_S$  und Liquidustemperatur  $\vartheta_L$  zwischen  
den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_3$  mit deutlicher Steigung,  
wobei das Zeitintervall zum Durchlaufen dieser Tempe-  
5 raturdifferenz verhältnismäßig kurz ist. Wie oben  
erwähnt, kann durch inhomogene Temperaturverteilung  
bzw. ungleichförmiges Erwärmen aufgrund des Skin-  
effektes durchaus vorkommen, daß noch nicht alle Le-  
gierungsbestandteile, insbesondere im Inneren des  
10 Schmelzgutes schon in der flüssigen Phase sind, obwohl  
der Strahlungssensor, der ja im wesentlichen die Ober-  
flächentemperatur mißt, bereits die Liquidustemperatur  
anzeigt. Durch Umschalten der Heizleistung kann dieser  
schädliche Effekt ausgeschaltet werden. Im Zusammen-  
hang mit Fig. 1 und 2 wurde die Umschaltung von voller  
15 Heizleistung  $H_1$  (beispielsweise mit 220 V) auf ver-  
ringerte Heizleistung (von beispielsweise 160 V) ge-  
sprochen. In Kurve 10 der Fig. 3 kommen drei verschie-  
dene Heizleistungen  $H_1$  (z.B. 220 V),  $H_2$  (z.B. 200  
V) und  $H_3$  (z.B. 160 V) zur Anwendung. Hat die Tempe-  
20 raturkurve zum Zeitpunkt  $t_1$  bei voller Heizleistung  
 $H_1$  eine sich verlangsamende Steigung, d.h. unter-  
schreitet der Differentialquotient  $d\vartheta/dt$  einen vorge-  
gebenen positiven Schwellwert zum Zeitpunkt  $t_1$  so  
wird zunächst die Heizleistung auf die kleinere Stufe  
25  $H_2$  umgeschaltet. Die Temperaturkurve läuft nun flacher  
in den horizontalen Abschnitt ein, der zum Zeitpunkt  
 $t_1$  bei der Solidustemperatur  $\vartheta_S$  beginnt. Sodann  
wird auf eine noch kleinere Heizleistung  $H_3$  umgeschal-  
tet, so daß der günstige horizontale Temperaturkurven-  
30 abschnitt durchlaufen wird. Die Solidustemperatur  
 $\vartheta_S$  wird dadurch erkannt, daß der Differentialquotient  
 $d\vartheta/dt$  einen zweiten kleineren Schwellwert, beispiels-  
weise Null erreicht. Beginnt nach Durchlaufen des  
horizontalen Abschnittes zum Zeitpunkt  $t_2$  die Tempera-  
35 turkurve wieder zu steigen, so läuft der Vorgang wie



1 im Zusammenhang mit Fig. 1 und 2 ab, d.h. zum Zeitpunkt  
t<sub>3</sub> wird wieder auf volle Heizleistung H1 umgeschaltet.

5 Im folgenden wird auf Fig. 4 Bezug genommen. Dort  
ist ein Gießgerät gezeigt, bei dem die vorliegende  
Erfindung zur Anwendung kommen kann. Dieses Gießgerät  
entspricht im wesentlichen dem Gießgerät der (unver-  
10 öffentlichten) älteren Patentanmeldung P 33 05 418.5  
mit Ausnahme der für die Durchführung des Verfahrens  
nach der vorliegenden Erfindung notwendigen Teile.  
Fig. 4 zeigt im wesentlichen einen Vertikalschnitt  
durch ein Gießgerät. Ein Rahmentragwerk 11 ist im  
wesentlichen kastenförmig aufgebaut, an seiner Vorder-  
15 seite zum Ein- und Ausfahren von Schubteilen 12 und  
13 jedoch offen. Der obere Teil des Rahmentragwerks  
11 besitzt einen verstärkten Querriegel 34, der ein  
nach unten gerichtetes U-förmiges Profil aufweist.  
Die horizontalen Stoßflächen dieses Profils liegen  
20 der Oberseite des oberen Schubteils 12 gegenüber,  
das ein im wesentlichen H-förmiges Querschnittsprofil  
besitzt. In dem Querbalken dieses H-förmigen Profils  
ist eine Ausnehmung vorgesehen, in welche ein Tiegel  
24 einsetzbar ist. Rings um etwa die untere Hälfte  
25 des Tiegels 24 ist eine Induktionsspule 31 in gewissem  
Abstand zu dem Tiegel 24 angeordnet und sorgt in Ver-  
bindung mit einem Hochfrequenzgenerator (nicht darge-  
stellt) für eine Aufheizung des Schmelzgutes in dem  
Tiegel 24. Der Tiegel 24 verläuft von oben nach unten  
30 konisch spitz zulaufend und hat im Bereich seines  
oberen Endes eine umlaufende Schulter bzw. einen Bund,  
der auf einem Haltering 44 zur Auflage kommt. Der  
Haltering 44 ist an der Oberseite des Querbalkens  
des H-förmigen Querschnittsprofils gelagert. Das obere  
35 Schubteil 12 ist in seitlichen Führungsschienen 21  
gegenüber dem Tragwerk 11 verschiebbar. Die Lagerung  
erfolgt über Kugellager 29, wobei diese ein Spiel

1 aufweisen, das eine vertikale Verschiebung des Schub-  
teiles 12 erlaubt. Das Spiel ist hierbei so groß,  
daß das Schubteil 12 soweit in Richtung auf den oberen  
Querriegel 34 verschoben werden kann, daß die einan-  
5 der zugeordneten Stoßflächen des Schubteiles 12 und  
des Querriegels 34 miteinander in feste Berührung  
bringbar sind, wobei die in einer Nut an der Oberseite  
des Schubteils 12 vorgesehene Dichtung 35 für einen  
mit Über- oder Unterdruck belastbaren dichten Abschluß  
10 zwischen dem oberen Querriegel 34 und dem oberen Schub-  
teil 12 sorgt. In der Wandung des Schubteiles 12 können  
eine oder mehrere Kühlmittleitungen 38 vorgesehen  
sein, durch welche Kühlmittel, beispielsweise Wasser  
geleitet wird.

15 Unterhalb des Schubteiles 12 ist ein unteres Schub-  
teil 13 angeordnet, das ebenfalls in kugelgelagerten  
Führungsschienen 28 verschiebbar ist. Auch hier hat  
das Kugellager 29 ein Spiel, das eine vertikale Ver-  
20 schiebung des Schubteiles 13 erlaubt. Das Schubteil  
13 besitzt ein im wesentlichen U-förmiges Querschnitts-  
profil, das in seinem Innenraum die Aufnahme einer  
Gußmuffel 25 ermöglicht. Die Oberseite des Schubteiles  
13 bildet eine Stoßfläche, die mit der Unterseite  
25 des oberen Schubteiles 12 in Berührung bringbar ist.  
Auch hier ist in einer Nut an der Stoßfläche des unter-  
en Schubteiles 13 eine Dichtung 36 eingelassen. Das  
untere Schubteil 13 ist durch eine Kolben-Zylinder-An-  
ordnung (Zylinder 32 und Kolben 33), die an einem  
30 unteren Querriegel 58 an der Unterseite des Rahmen-  
tragwerks 10 abgestützt ist, vertikal verschiebbar.  
Wird das untere Schubteil 13 durch die Kolben-Zylinder-  
Anordnung 32, 33 angehoben, so drückt es gegen das  
obere Schubteil 12, wodurch dieses ebenfalls angehoben  
35 wird, bis es an dem oberen Querriegel zum Anschlag  
kommt. Der obere Querriegel 34, das obere Schubteil  
12 und das untere Schubteil 13 bilden zusammen mit

1 den Dichtungen 35 und 36 eine Kammer 56, die evaku-  
ierbar oder mit Druckgas beaufschlagbar ist. Diese  
Kammer 56 nimmt also den Tiegel 24 und die Gußmuffel  
25 auf und bildet somit einen Schmelz- und Gießraum.  
5 Im oberen Querriegel sind Öffnungen 37 und 57 vorge-  
sehen, über welche die Kammer 56 mit einer Vakuumpumpe  
oder einer Druckgasquelle verbindbar ist.

10 Zusätzlich zu der aus der Kolben-Zylinder-Anordnung  
32, 33 gebildeten Hubeinrichtung, die zum Verschließen  
des Gießgerätes dient, ist eine weitere, aus Kolben-  
Zylinder-Anordnung 39, 40 gebildete Hubeinrichtung  
vorgesehen, die zum Anheben und Absenken der Gußmuffel  
25 und zum gleichzeitigen Öffnen bzw. Schließen des  
15 Tiegels 24 dient. Die Kolben-Zylinder-Anordnung 39,  
40 ist in einer Ausnehmung 41 im unteren Bereich des  
Schubteiles 13 angeordnet. Die Kolbenstange 39 ragt  
hierbei durch die Bodenwandung des Schubteiles 13  
hindurch und ist an einer Tragplatte 47 befestigt,  
20 welche die Gußmuffel trägt. Die Gußmuffel ist somit  
zwischen zwei Grenzstellungen verschiebbar, wobei  
die obere, gestrichelt dargestellte Grenzstellung  
für den Gießvorgang verwendet wird. Hierbei kommt  
dann ein Einfülltrichter 27 der Gußmuffel 25 dicht  
25 unterhalb der Ausgußöffnung des Tiegels 24 zu liegen.  
Die Tragplatte 47 ist nach einer Seite (rechts in  
Fig. 4) zu einem Verbindungsarm verlängert, an dem  
ein vertikaler Hubstößel 46 befestigt ist. Durch Anhe-  
ben der Gußmuffel 25 wird somit auch der Hubstößel  
30 46 angehoben. Dieser Hubstößel 46 fluchtet bei ge-  
schlossenen Schubteilen mit einem weiteren Hubstößel  
45', der in einer Öffnung im Querteil des H-förmigen  
Querschnittprofils des Schubteiles 12 geführt ist  
und in einen horizontalen Hubarm 45 mündet, der in  
35 einer Bohrung eines der Tiegelteile befestigt ist.  
Die einander zugewandten Enden der beiden Hubstößel

1 45' und 46 liegen in der unteren Grenzstellung der  
Kolben-Zylinder-Anordnung 39, 40 in einem Abstand  
zueinander. Hierdurch wird ein toter Gang geschaffen,  
5 der dafür sorgt, daß erst kurz vor Erreichen der oberen  
Grenzstellung der Gußmuffel 25 die beiden Hubstößel  
45' und 46 miteinander in Berührung kommen und dann  
bei dem letzten Teil der Aufwärtsbewegung der Guß-  
muffel 25 für ein Öffnen des Tiegels 24 sorgen. Ober-  
halb des Tiegels 24 besitzt der Querriegel 34 eine  
10 Öffnung, die über ein Schauglas 48 verschlossen ist.  
Das Schauglas 48 ist mittels eines Halteringes 42  
befestigt. Oberhalb des Schauglases ist ein Tempera-  
turfühler in Form eines Infrarot-Strahlungssensors  
60 angebracht. Mittels einer Halterung 61 sind der  
15 Sensor 60 sowie seine Zuleitungen 62 an dem oberen  
Querriegel 34 gehalten. Die Zuleitungen 62 führen  
zu einem Steuergerät 63, welches auch beispielsweise  
über Magnetventile die Kolben-Zylinder-Anordnung 39,  
40, welche den Gießvorgang auslöst, steuert. Ist also  
20 gemäß dem oben beschriebenen Verfahren die optimale  
Gießtemperatur erreicht, so kann der Gießvorgang hier  
automatisch ablaufen.

Fig. 5 zeigt eine andere Gießvorrichtung, bei der  
25 die Erfindung zur Anwendung kommen kann. Hier sind  
Tiegel 24 und Heizeinrichtung 31 an einem Dreharm  
65 befestigt, der ein Gegengewicht 66 aufweist und  
um eine vertikale Achse 67 drehbar ist. Hier handelt  
es sich um eine Schleudergußvorrichtung mit einem  
30 Schleuderraum 68, der von oben her zugänglich ist,  
da sein Gehäusedeckel 70 über ein Scharnier 69 auf-  
klappbar ist. Mit 71 ist eine Aufnahme für eine Gieß-  
form bezeichnet. Ein Steuerpult 72 ist über eine Trenn-  
wand 73 von dem Schleuderraum 68 getrennt.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt des Steuerpultes der Vorrichtung nach der Erfindung. Es sind verschiedene Steuerfunktionsschalter bzw. -taster vorgesehen. Mittels eines Schalters 74 können zunächst zwei Betriebsarten ausgewählt werden. Zum einen die Betriebsart, bei dem der Gießvorgang bei Erreichen einer voreingestellten Gießtemperatur ausgelöst wird sowie die Betriebsart, bei der die Gießtemperatur nach der Erfindung automatisch ermittelt wird. Mit einem Taster 75 wird der im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene Vorgang des Vorglühens gestartet. Mit einem Taster 76 wird der im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene Vorgang ohne Vorglühen (Kurvenabschnitt 4) gestartet. Über den Taster 77 kann manuell der Gießvorgang ausgelöst werden. Mit einem Taster 78 kann die Heizung jederzeit, auch während des automatischen Ablaufes ausgeschaltet werden.

Mit einem Schalter 79 können verschiedene Heizstufen für die Heizleistung bei Erreichen der Gießtemperatur vorgewählt werden. Über ein Stellorgan 80 kann die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  gemäß Fig. 3 vorgewählt werden. Weiterhin ist eine Anzeige 81 vorgesehen, die den Absolutwert der Infrarot-Emission anzeigt.

Sodann sind zwei Temperaturkurven 82 und 83 vorgesehen längs denen Leuchtdioden 84 bis 91 angeordnet sind. Diese Leuchtdioden zeigen der bedienten Person an, in welchem Kurvenabschnitt sich die Temperatur jeweils befindet. Wird über den Schalter 74 die erste Betriebsart ausgewählt, so läuft die Temperatur längs der Kurve 82, worauf in Abhängigkeit von der jeweils erreichten Temperatur die entsprechende Diode 84 aufleuchtet, bis bei Erreichen der voreingestellten Endtemperatur die letzte Diode leuchtet.

1 Wird die zweite Betriebsart mit automatischer Ermitt-  
 lung der optimalen Gießtemperatur ausgewählt, so fährt  
 die Temperatur längs der Kurve 83. Bei Erreichen der  
 Liquidustemperatur  $\varphi_L$  leuchtet die Diode 85. Befindet  
 5 man sich einige Zeit nach Erreichen dieser Temperatur  
 immer noch im Schmelzintervall, so leuchtet die Diode  
 86. Beginnt die Temperatur am Ende des Schmelzinter-  
 valles wieder zu steigen, so leuchtet die Diode 87  
 bzw. ab Erreichen der Temperatur  $\varphi_2$  die Diode 88.  
 10 Ist die Gießtemperatur  $\varphi_3$  erreicht, so leuchtet die  
 Diode 89 hier mit grüner Farbe. Zum Zeitpunkt  $t_5$ ,  
 d.h. nach Ablauf des Gießintervalles leuchtet die  
 rote Diode 90. Sobald die Diode 89 leuchtet, muß die  
 Bedienperson daher den Taster 77 drücken. Leuchtet  
 15 dagegen die Diode 90, so erkennt er, daß er den Gieß-  
 vorgang nicht mehr auslösen darf.

Treten während des automatischen Ablaufes Betriebs-  
 störungen auf, steigt insbesondere nach Durchlaufen  
 20 des Schmelzintervalles die Temperatur nicht deutlich  
 an, so wird nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer  
 über das Leuchten der Diode 91 angezeigt, daß die  
 Maximalzeit überschritten ist, ohne daß die Gießtempe-  
 ratur erreicht wurde. Der Schmelzvorgang ist dann  
 25 abzubrechen.

Fig. 7 zeigt ein Blockschaltbild der Steuereinheit  
 63. Kernstück der Steuereinheit ist ein Microprozessor  
 92, der über einen Transformator 93 mit umschaltbarer  
 30 Netzspannung (vgl. Umschalter 79) verbunden ist. Der  
 Microprozessor besitzt mehrere Eingänge 94, die mit  
 den Schaltern bzw. Tastern gemäß Fig. 6 verbunden  
 sind, wie mit dem Bezugszeichen 74 bis 78, die sich  
 auf die Schalter bzw. Taster der Fig. 6 beziehen,  
 35 angedeutet.

1 Weiterhin besitzt der Microprozessor mehrere Ausgänge  
95 und 96, die einerseits die Leuchtdioden 84 bis  
91 ansteuern und andererseits die verschiedenen Lei-  
stungsstufen für die Heizleistung umschalten, die  
5 Heizleistung ganz abschalten und/oder Betätigungsorgane  
zum Auslösen des automatischen Gießens ansteuern.

Als weiteren Eingang für den Microprozessor 92 ist  
ein Analog/Digital-Wandler 97 vorgesehen, dessen Ein-  
gängen folgende Signale zugeführt werden: Zunächst  
10 das Ausgangssignal des Infrarot-Strahlungssensors  
60, welches ggf. über einen Verstärker 99 noch ver-  
stärkt wird. Sodann ein Signal eines Potentiometers  
80 (vgl. auch Fig. 6), mit welchem die Temperaturdiffe-  
renz  $\Delta T$  gemäß Fig. 1 voreingestellt wird bzw. genauer  
15 ein vorgegebener Wert  $T_I$  für das Ausgangssignal des  
Sensors 60, wobei dieses Signal entsprechend der Strah-  
lungs-Strom- bzw. Spannungscharakteristik des Sensors  
dem Wert  $\Delta T^2$  entspricht. Schließlich wird über ein  
20 Potentiometer 98 bei der Betriebsart gemäß Kurve 82  
der Fig. 6 der Absolutwert der Gießtemperatur einge-  
stellt.

Der Mikroprozessor 92 wertet das analog/digitalge-  
wandelte Teil des Sensors 90 laufend aus, bildet den  
25 Differentialquotienten bzw. genauer den Differenzen-  
quotienten zur Ermittlung der Steigung der Temperatur-  
kurve, führt die im beschriebenen Vergleichsoperationen  
aus, errechnet ggf. die beschriebenen Korrekturwerte  
und erzeugt die verschiedenen Steuersignale an seinen  
30 Ausgängen. Hierzu enthält der Microprozessor - wie  
üblich - Recheneinheiten, Datenspeicher, Programm-  
speicher sowie bei den Blöcken für die Ausgänge 95  
und 96 die entsprechenden Treiberschaltungen. Nach  
35 den oben angegebenen Erläuterungen ist es einem Fach-

1 mann ohne weiteres möglich, den Microprozessor so  
zu programmieren, daß er die beschriebenen Verfahrensschritte ausführt.

5 Fig. 8 zeigt Temperaturverläufe von alten und neuen  
Tiegeln, die nach der Erfindung automatisch unterschieden  
werden können. Üblicherweise werden Legierungen  
in Keramiktiegeln geschmolzen, während Gold im Kohle-  
10 tiegel geschmolzen wird, der in einen Keramiktiegel  
eingesetzt ist. Kohletiegel zeigen nun bei gleicher  
Temperatur unterschiedliche Strahlungsintensitäten,  
wobei neue, unverbrauchte Tiegel eine geringere Strah-  
lungsintensität (dunklere Strahlung) aufweisen als  
15 mehrfach benutzte, ältere Tiegel. Bei Temperaturmes-  
sung mittels Infrarot-Strahlungsdetektor würde dies  
eine Verfälschung des Meßergebnisses mit sich bringen.

Zur Vermeidung dieses Fehlers wird während der ersten  
Aufheizphase, d.h. vor Erreichen der Liquidustemperatur  
20 die Steigung der Kurve ermittelt. Im einzelnen wird  
eine vorgegebene Zeitdauer nach dem Einschalten der  
vollen Heizleistung, d.h. im Beispiel der Fig. 8 zum  
Zeitpunkt  $t_7$  die Steigung der Kurve durch Bildung  
des Differentialquotientens  $d\vartheta/dt$  (in Digitaltechnik  
25 natürlich des Differenzenquotienten) festgestellt.  
Dieser Wert wird mit einem vorgegebenen Schwellwert  
verglichen. Liegt der ermittelte Steigungswert unter  
dem Schwellwert, so liegt ein neuer Tiegel vor, während  
umgekehrt ein alter Tiegel erkannt wird. Versuchsmes-  
30 sungen haben nun ergeben, daß in dem interessierenden  
Temperaturbereich für die Gießtemperatur (z.B. 1500°C)  
das Ausgangssignal eines Infrarot-Strahlungssensors  
sich um einen relativ konstanten Wert  $\Delta T$  bei alten  
und neuen Tiegeln unterscheidet. Durch Addition bzw.  
35 Subtraktion dieses Wertes  $\Delta T$  können die beiden Kurven  
der Fig. 8 so transformiert werden, daß für beide



1 Fälle eine einzige, korrigierte Kurve verwendet werden  
kann. Wählt man die Kurve für den alten Tiegel als  
maßgebliche Kurve und legt man dementsprechend die  
Gießtemperatur auf den Wert  $\vartheta_{g2}$ , so muß man, wenn  
5 das Vorliegen eines neuen Tiegels - wie oben beschrie-  
ben - erkannt wurde, lediglich zu dem Ausgangssignal  
des Infrarotsensors den Wert  $\Delta T$  hinzuaddieren. Erreicht  
das Ausgangssignal des Infrarotstrahlungssensors den  
Wert  $\vartheta_{g1}$  so wird durch die Addition von  $\Delta T$  dann dem  
10 Mikroprozessor der Wert  $\vartheta_{g2} = \vartheta_{g1} + \Delta T$  signalisiert,  
der dann als der voreingestellte Wert für die Gieß-  
temperatur erkannt wird.

Umgekehrt könnte man natürlich auch die Kurve für  
15 den neuen Tiegel als Bezugskurve heranziehen. In diesem  
Falle müßte beim Erkennen eines alten Tiegels von  
dem Ausgangssignal des Sensors der Wert  $\Delta T$  subtrahiert  
werden, wobei als Schwellwert für das Erkennen der  
Gießtemperatur dann natürlich der Wert  $\vartheta_{g1}$  gespeichert  
20 werden müßte.

Als günstige Werte für einzelne oben beschriebene  
Größen haben sich folgende Werte erwiesen: Für die  
Beheizung einer Induktionsspule wird bei der größten  
25 Heizleistung H1 220 V verwendet. Für die Heizleistung  
H2 der Fig. 3 (sanftes Einlaufen in das Schmelzinter-  
vall) haben sich 200 bzw. 180 V als günstig erwiesen.  
Für die Heizleistung H3 während des Schmelzintervalles  
sowie auch während des Gießintervalles (Heizleistung  
30 H2 der Fig. 1) werden 160 V empfohlen.

Als Temperaturdifferenz  $\Delta \vartheta$  (in Fig. 1) für die Über-  
hitzung des Schmelzgutes über die Liquidustemperatur  
hinaus sind 100°C zweckmäßig.

1 Die oben angegebenen Spannungswerte beziehen sich auf einen Vorschalttransformator zur Ansteuerung der Induktionsspule 31.

5 Sämtliche in den Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung angegebenen Merkmale können sowohl für sich als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

10

Meissner & Bolte  
Patentanwälte

15

20

25

30

35

Anmelder:

Bremen, den 12. Dec.

19 83/9719

BEGO Bremer Goldschlägerei  
Wilh. Herbst GmbH & Co.  
Emil-Sommer-Straße 7 - 9  
2800 Bremen 41

3345542

B e z u g s z e i c h e n l i s t e

11	Rahmentragwerk	60	Temperaturfühler
12	Schubteil	61	Halterung
13	Schubteil	62	Zuleitung
21	Führungsschiene	63	Steuereinrichtung
24	Tiegel	65	Dreharm
25	Gußmuffel	66	Gegengewicht
27	Einfülltrichter	67	vertikale Achse
28	Führungsschiene	68	Schleuderarm
29	Kugellager	69	Scharnier
31	Heizeinrichtung (Induktionsspule)	70	Gehäusedeckel
32	Zylinder	71	Aufnahme
33	Kolben	72	Steuerpult
34	Querriegel	73	Trennwand
35	Dichtung	74	Schalter
36	Dichtung	75	Taster
37	Öffnung	76	Taster
38	Kühlmittleitung	77	Taster
39	Kolben	78	Taster
40	Zylinder	79	Schalter
41	Ausnehmung	80	Stellorgan (Potentiometer)
42	Haltering	81	Anzeige
44	Haltering	82	Temperaturkurve
45	Hubarm	83	Temperaturkurve
45'	Hubstößel	84	Leuchtdiode
46	Hubstößel	85	Leuchtdiode
47	Tragplatte	86	Leuchtdiode
48	Schauglas	87	Leuchtdiode
56	Kammer	88	Leuchtdiode
57	Öffnung	89	Leuchtdiode
58	Querriegel (unterer)		

- 90 Leuchtdiode
- 91 Leuchtdiode
- 92 Mikroprozessor
- 93 Transformator
- 94 Eingang
- 95 Ausgang
- 96 Ausgang
- 97 Analog/Digital-Wandler
- 98 Stellorgan (Potentiometer)
- 99 Verstärker

Nummer: 33 45 542  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: B 22 D 27/00  
 Anmeldetag: 16. Dezember 1983  
 Offenlegungstag: 27. Juni 1985

- 35 -

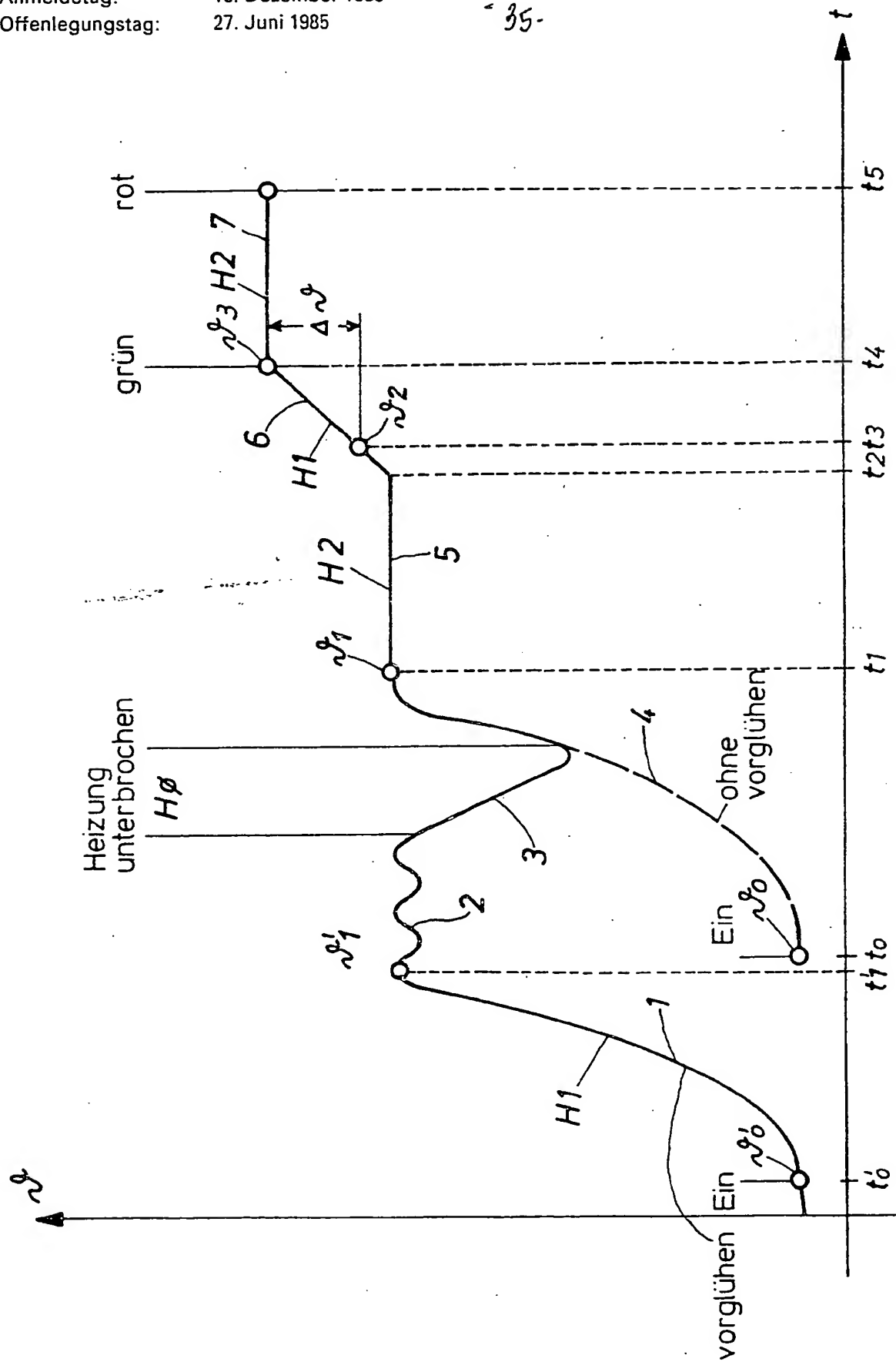


Fig. 1

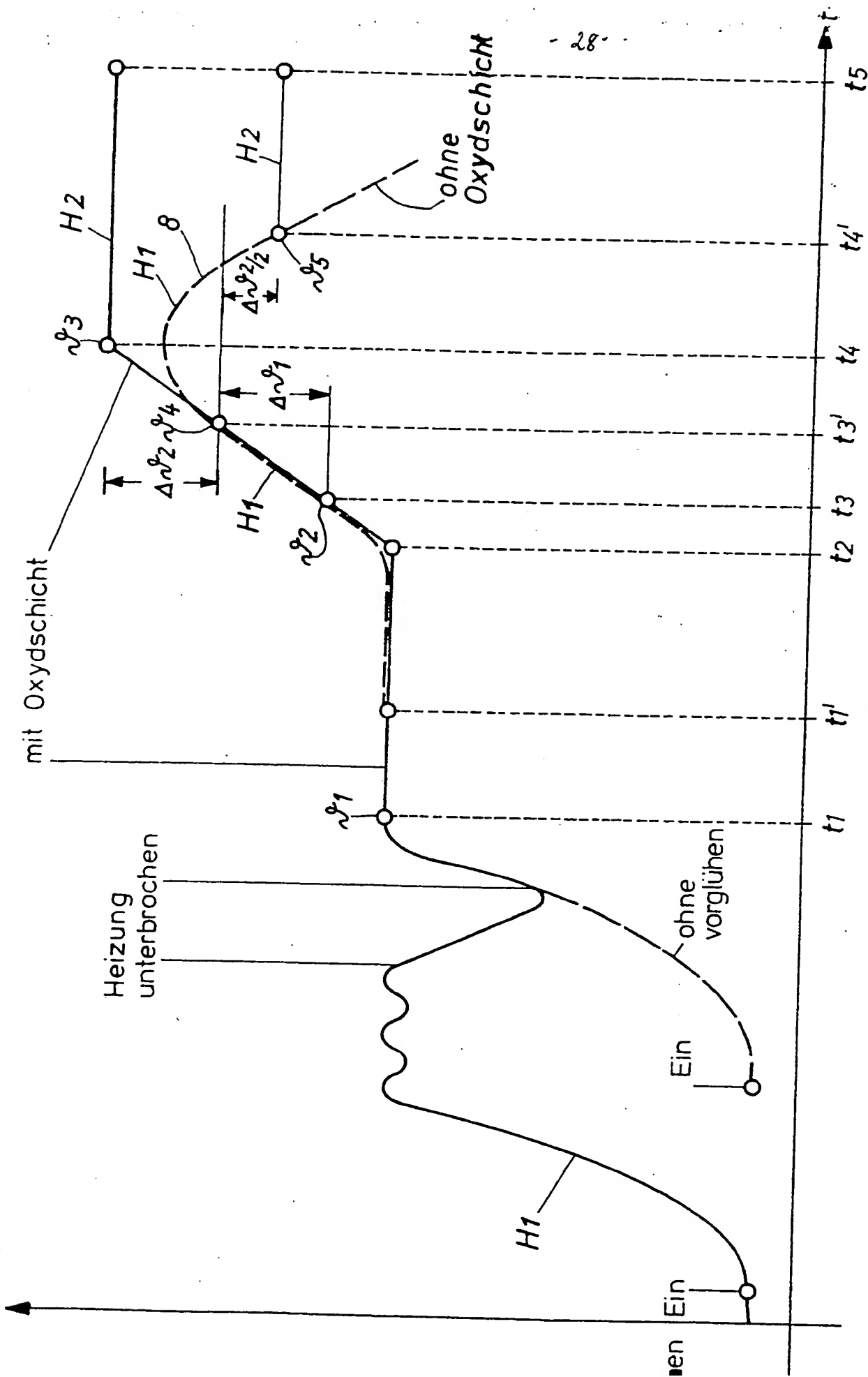
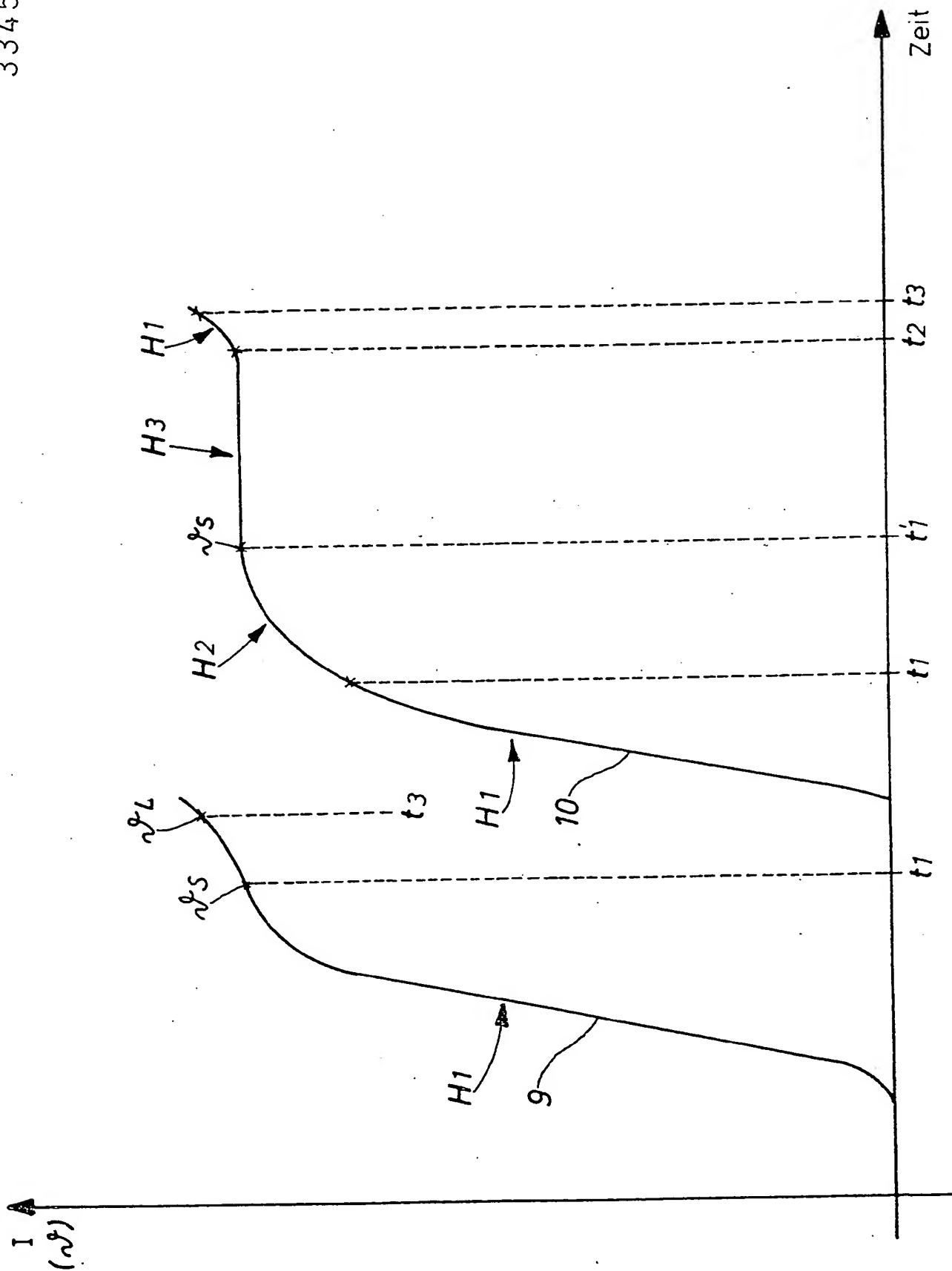


Fig. 2

3345542

-2.9.



Fin 3

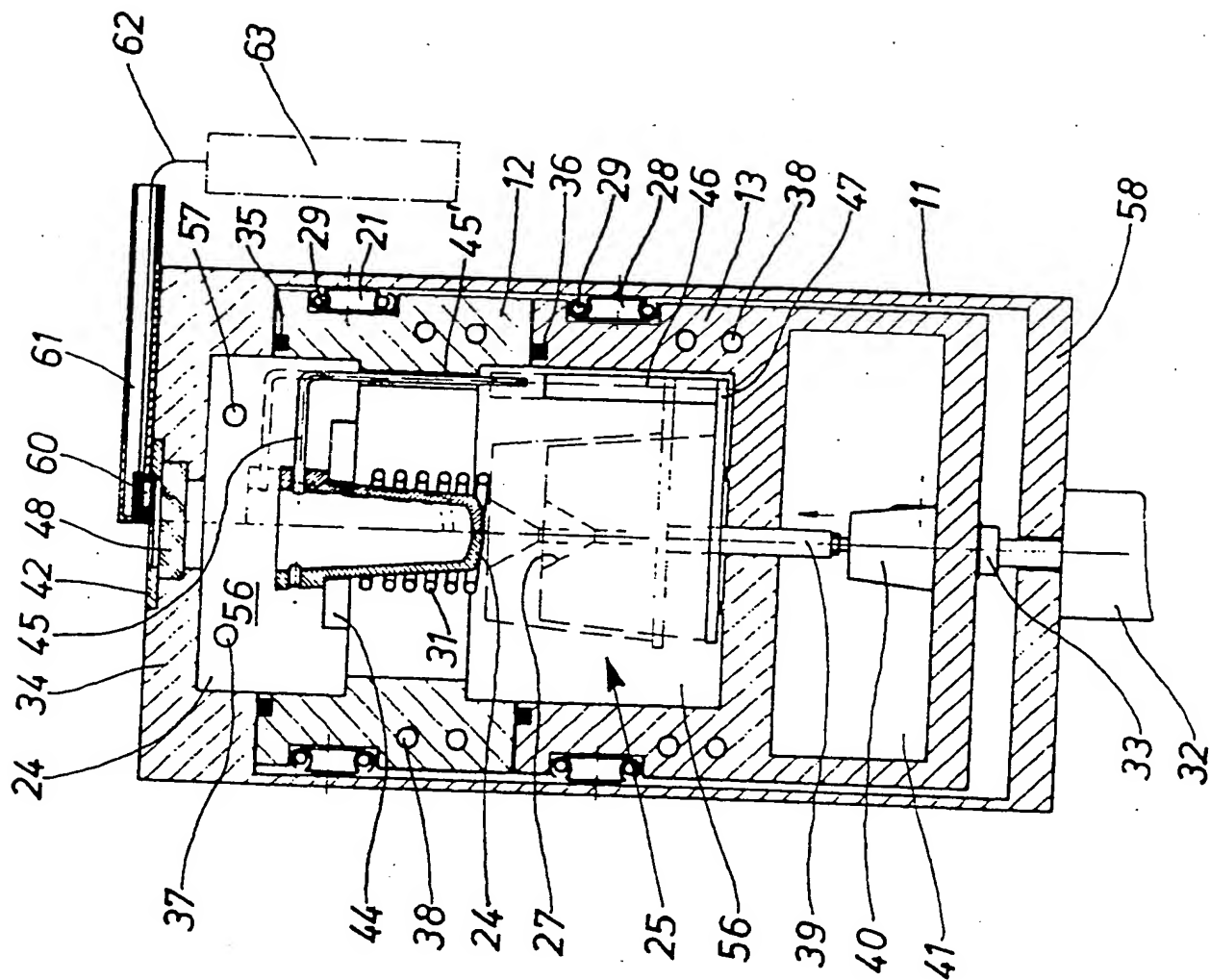


Fig. 4



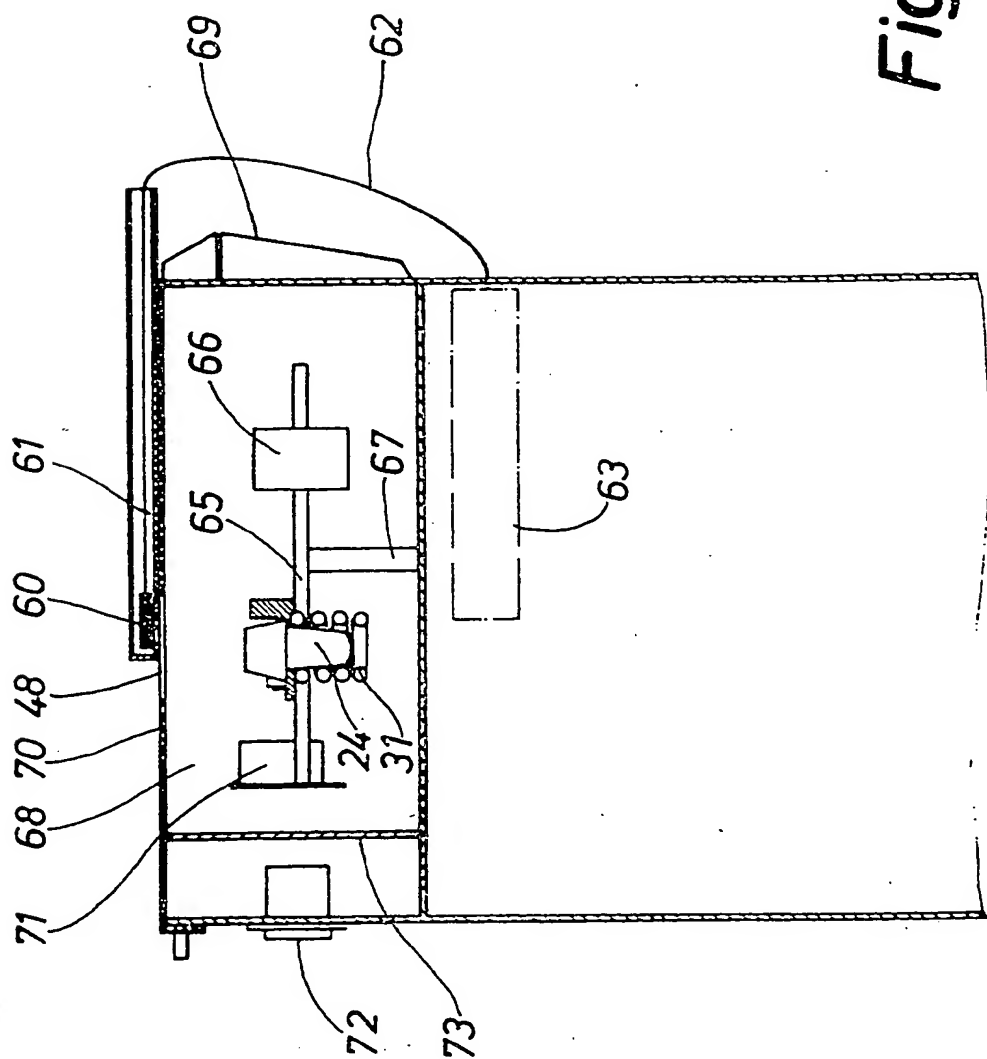
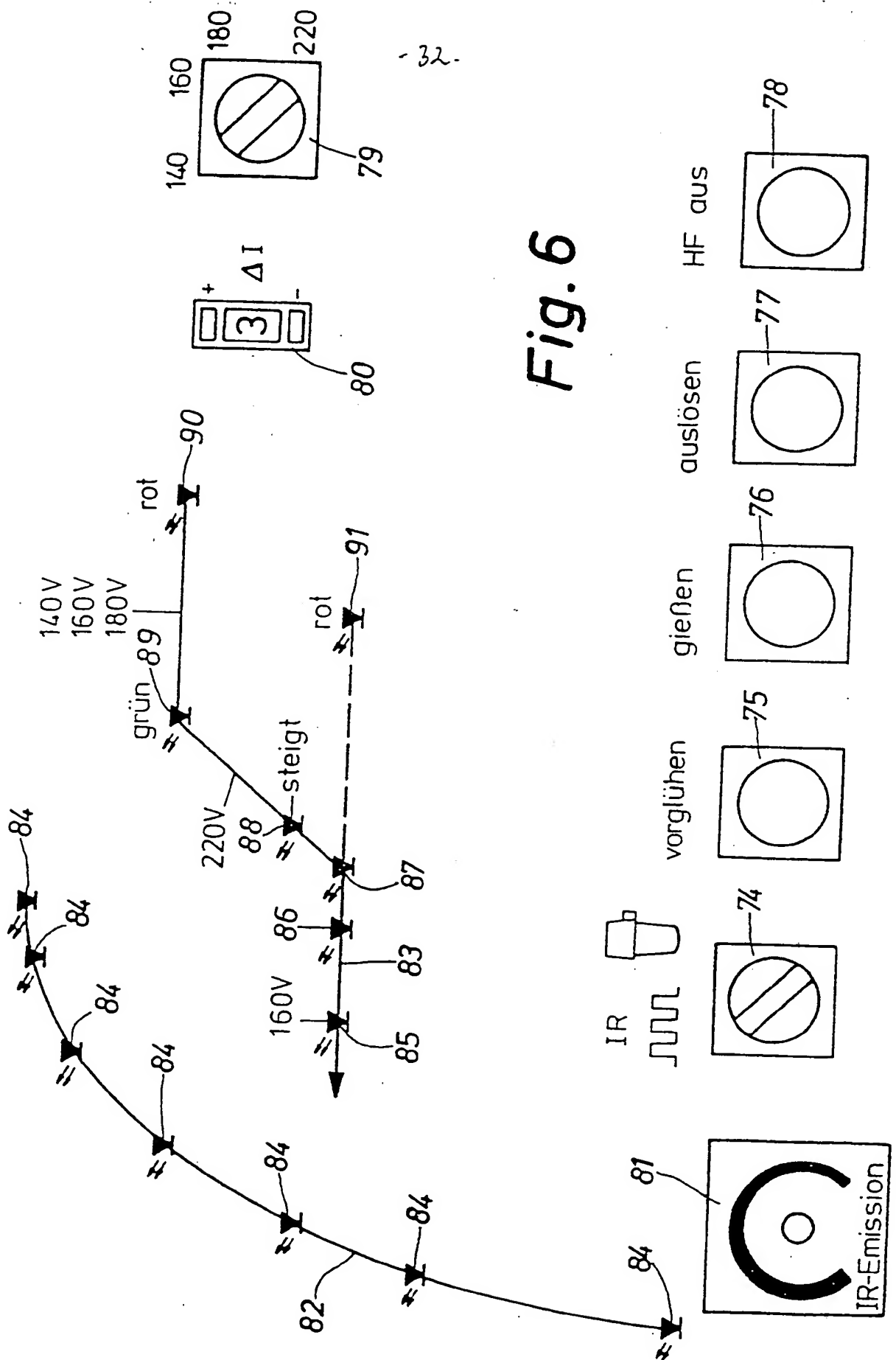


Fig. 5



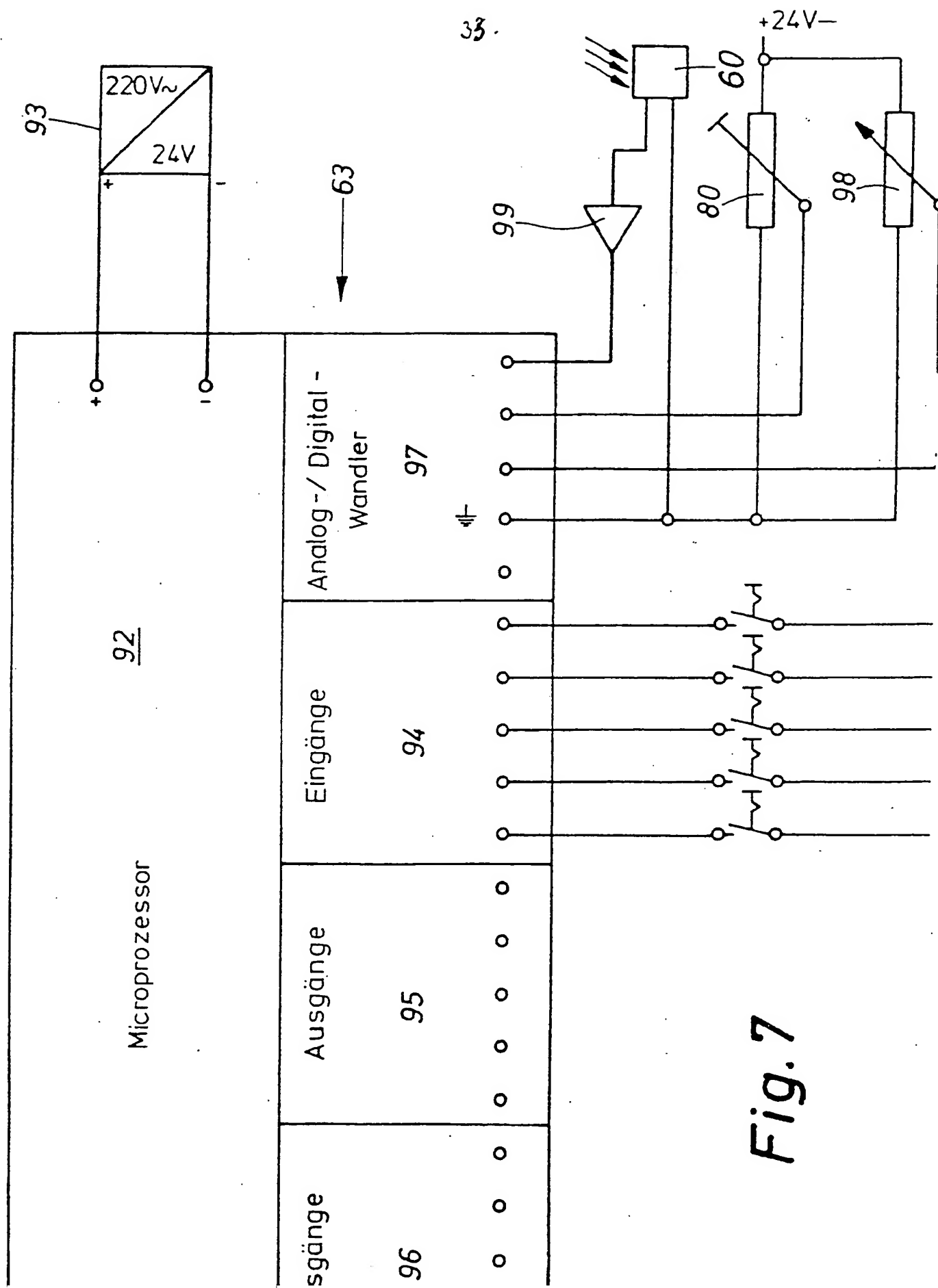
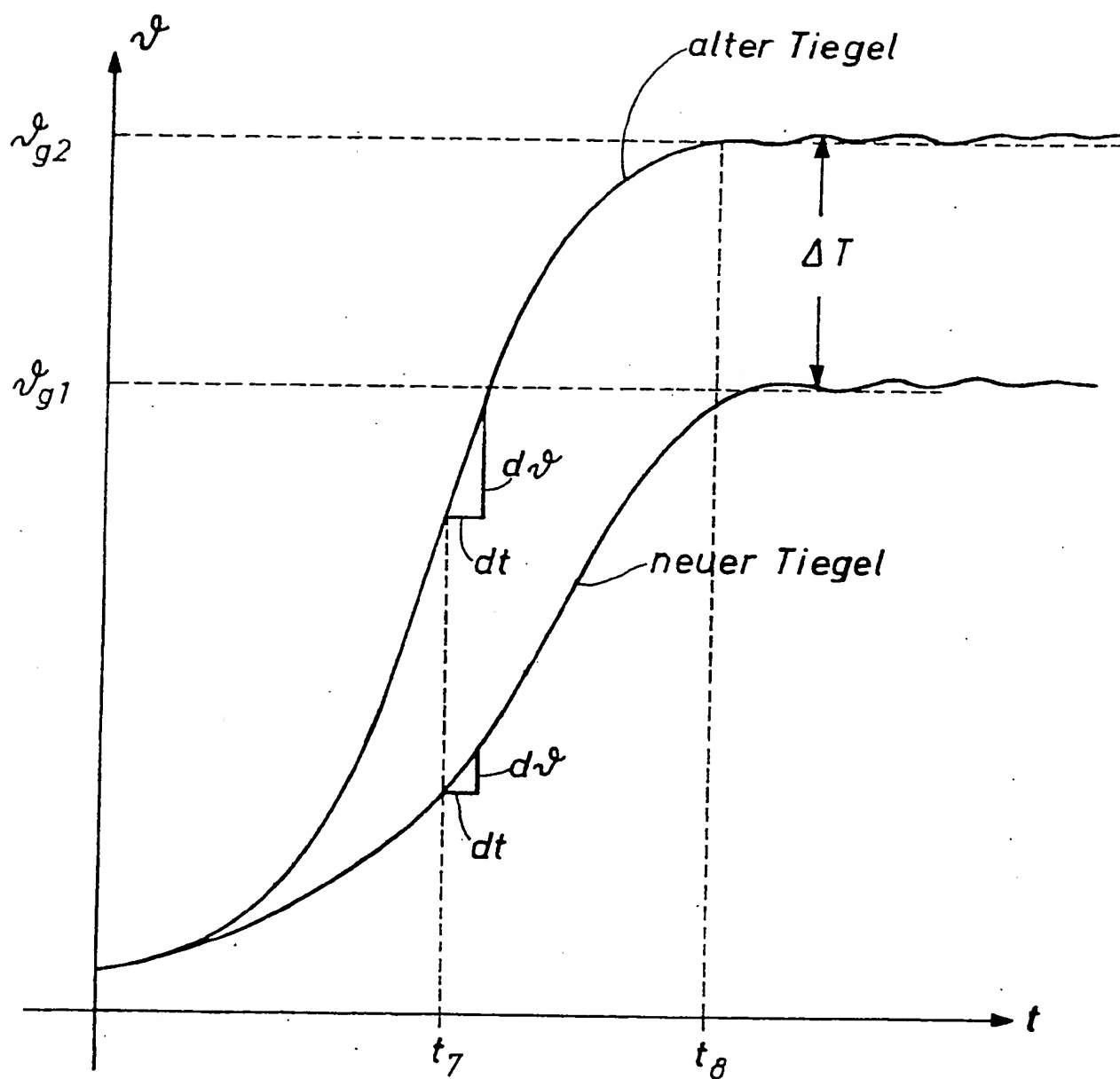


Fig. 7



**Fig. 8**